

NÍVEIS CRÍTICOS DE FÓSFORO PARA O CRESCIMENTO DO ESTILOSANTES COMO FUNÇÃO DO FATOR CAPACIDADE DE FÓSFORO DO SOLO^{1/}

Francisco Morel Freire^{2/}
Roberto Ferreira de Novais^{3/}
Júlio Cesar Lima Neves^{3/}

1. INTRODUÇÃO

Um dos objetivos principais da análise de solo é a avaliação de sua fertilidade. Nessa avaliação, para se ter melhor compreensão dos resultados analíticos, é imprescindível que a busca de novas informações seja uma preocupação constante. Assim, a linha de pesquisa referente a esse assunto, no Brasil, tem merecido a atenção de diversos pesquisadores (5, 7, 12, 13, 15). Apesar disso, informações adicionais fazem-se necessárias. Segundo MUNIZ (9), uma simples medição do fósforo em laboratório não é bastante para predizer, com segurança, a quantidade desse elemento que o solo pode fornecer para as plantas. Dessa maneira, deve-se esperar que a extrapolação de informações sobre recomendações de adubação fosfatada seja, com frequência, inadequada.

Nesse contexto, NOVAIS e KAMPRATH (11) mostraram a necessidade de informações relativas ao fator capacidade de P do solo, tais como adsorção máxima de P, PBC («phosphate buffering capacity»), equivalente de umidade, teor de argila etc., além do teor de fósforo, pelos extratores químicos, como critério de interpretação de resultados de análise de solo. Nesse aspecto, MARTENS *et alii* (8) verificaram ser o nível de P, pelo extrator Bray-1, necessário para a produção máxima de aveia inversamente correlacionado com o conteúdo de argila dos solos. VIDOR e FREIRE (15), em três ensaios conduzidos em solos dos municípios

^{1/} Recebido para publicação em 23-08-85.

^{2/} EPAMIG — Caixa Postal 216. 36570 Viçosa, MG.

^{3/} Departamento de Solos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

de Passo Fundo, Erechim e Santo Ângelo, Estado do Rio Grande do Sul, verificaram que a percentagem do fósforo aplicado tida como disponível para a soja foi dependente da textura. Os níveis críticos de P foram de 8-10 ppm para os solos argilosos e de 20-25 ppm para o solo franco-argiloso. Correlações significativas entre níveis críticos de P no solo para a cultura da soja e teores de areia, argila, água retida a 1/3 e a 15 bars de tensão foram obtidas por FREIRE *et alii* (6). Por sua vez, MUNIZ (9) encontrou correlações significativas entre os níveis críticos de P, pelo extrator Mehlich-1, para o crescimento da soja e algumas características, como equivalente de umidade, adsorção máxima de P e PBC. Entretanto, a correlação entre os níveis críticos e os teores de argila dos solos não foi significativa, em razão, provavelmente, das variações do tipo de argila presente.

O presente trabalho teve por objetivo determinar os níveis críticos de P, pelo extrator Mehlich-1, em diferentes amostras de solo, para o crescimento do estilossantes e fornecer subsídios que permitissem a extrapolação dos níveis críticos obtidos, tomando por base parâmetros que refletem o fator capacidade de P.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste experimento, conduzido em casa de vegetação, utilizaram-se amostras da camada superficial (0-20 cm) de 10 latossolos do Estado de Minas Gerais, com diferentes características físicas e químicas (Quadro 1). As amostras de solo receberam calagem, conforme o critério sugerido pela COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (3). Para tanto, utilizou-se uma mistura de CaCO_3 e MgCO_3 , na relação estequiométrica de 4:1. Após a aplicação da mistura, as amostras dos solos foram incubadas em sacos plásticos, sendo o teor de umidade mantido em torno da capacidade de campo. Após a estabilização do pH de cada uma, as amostras foram secas e passadas em peneiras de 2mm. Os níveis de P aplicados equivaleram às doses de 0, 30, 90, 270 e 540 kg/ha de P. Como fonte de P, usou-se $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, aplicado na forma de solução e homogeneizado com o volume do solo. Os teores de K nas amostras de solo foram elevados para 200 ppm, utilizando KCl, aplicado também em solução. Os demais nutrientes, com exceção de N, que não foi aplicado, foram adicionados em solução, segundo WAUGH e FITTS (16).

Anteriormente, no mesmo substrato, foram cultivados soja, eucalipto e arroz. Após cada cultivo, as amostras de solo eram secas e passadas em peneiras de 2mm. Determinaram-se, nos diversos tratamentos, antes do plantio do estilossantes (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. cv. 'IRI 1022'), os teores de P, pelo extrator Mehlich-1. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos no esquema fatorial 5 x 10 (5 níveis de P e 10 solos), com três repetições. Usaram-se, no plantio, sementes pré-germinadas. Cada parcela foi constituída por um vaso, que continha 1,5kg de solo, com cinco plantas. Diariamente, os vasos eram irrigados com água desmineralizada, em quantidade suficiente para manter o teor de umidade do solo em torno da capacidade de campo. Durante o período experimental, foram feitas duas aplicações de 50 ppm de N, nas formas de NH_4NO_3 e $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Noventa e cinco dias depois do plantio, procedeu-se à colheita da parte aérea das plantas. O material vegetal foi secado, a 70°C, em estufa com ventilação forçada, até peso constante, sendo, então, pesado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Equações de regressão, para produção de matéria seca como variável dependente dos teores de P do solo, pelo extrator Mehlich-1, foram ajustadas para cada solo. Nos solos em que foram obtidos ajustamentos do modelo quadrático, foram calculados os níveis críticos de P para se obterem 100% e 90% da produção máxi-

QUADRO 1 - Resultados de análises químicas e físicas das amostras dos solos

Iden- tifi- cação	So- lo	ph H ₂ O (1:2,5)	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	p ² /K ²	CaMP ³ /PBC ⁴	p ⁵ / remanes- c.	Areia grossa	Areia fina	Sil- te	Ar- gi- la	Capa- cida- de de campo	Equiv. unida- de	Água retida			
															-1/3 bar	-15 bars		
															§			
— meq/100g — — ppm — — ppm —																		
SJ-1	LV	4,6	0,60	0,20	0,20	1	40	0,367	180	16,88	35	42	7	16	17,0	10,7	9,5	5,9
SJ-2	LV	5,7	0,00	0,40	0,70	2	80	0,719	323	4,21	32	37	14	17	17,6	13,2	12,5	7,7
SJ-3	LV	4,6	0,50	0,10	0,30	1	34	0,436	269	13,04	43	30	9	18	15,1	11,3	10,4	6,5
SJ-4	LRd	5,4	0,05	0,20	0,10	1	44	0,976	530	0,58	12	26	30	32	26,8	23,9	23,7	18,9
SJ-5	LVa	4,9	0,10	0,60	0,60	1	75	0,944	464	1,51	13	19	32	36	27,7	24,1	23,1	17,5
SJ-6	LEa	4,2	1,00	0,10	0,30	1	52	0,770	361	4,87	21	25	11	43	25,5	21,3	21,3	14,4
SJ-7	LEa	5,0	1,10	0,20	0,40	2	28	0,694	373	5,08	20	33	2	45	24,0	19,8	19,0	14,5
SJ-8	LEa	4,6	0,70	0,20	0,10	2	34	0,907	470	2,17	12	16	22	50	29,9	25,4	26,4	20,5
SJ-9	LEa	5,0	0,60	0,10	0,30	1	80	0,918	472	1,88	5	13	20	62	30,5	26,1	27,7	21,3
SJ-10	LV	4,6	0,70	0,20	0,20	2	40	0,972	508	1,21	5	10	19	66	34,1	29,0	30,1	23,2

1/ Extrator KCL 1N (15). 2/ Extrator Mehlich-1 (15). 3/ Capacidade máxima de adsorção de fósforo, expressa em mg P/g solo.

4/ "Phosphate buffering capacity", expresso em moles de P , 10^{-8} /g solo/unidade de potencial de fosfato, 5/ Fósforo remanescente de uma so-
lução de 30 ppm de P em CaCl_2 0,01 M, após uma hora de agitação com o solo (relação solo:solução de 1:10).

6/ Método da coluna transparente (4).

ma de matéria seca (Quadro 2).

Normalmente, os níveis críticos obtidos são válidos para as condições dos solos estudados; para outros solos, com condições físicas e químicas diferentes, outros níveis críticos devem ser obtidos. Dessa maneira, a extrapolação das informações obtidas (Quadro 2) para outras condições deve ser feita com algum fundamento teórico. NOVAIS e KAMPRATH (11) mostraram a necessidade de informações relativas ao fator capacidade de P do solo, além do nível de fósforo, pelos extratores químicos, como critério de interpretação de resultados de análise de solo. Utilizando metodologia sugerida por esses pesquisadores, foram obtidas correlações significativas entre os níveis críticos de P, para 90% do crescimento do estiolosantes, e algumas características, como capacidade máxima de adsorção de P, PBC, capacidade de campo, equivalente de umidade, água retida a $-1/3$ de bar e a -15 bars e P remanescente (Quadro 3). A correlação entre os níveis críticos e os teores de argila não foi significativa, provavelmente pela variação em qualidade dos constituintes dessa fração.

Além de ser possível calcular o nível crítico de P, para um solo qualquer, com base em alguns parâmetros que reflitam o fator capacidade, pode-se estimar também a quantidade de P a ser aplicada no solo para que esse nível crítico possa ser atingido. Para tanto, os teores de P obtidos pelo extrator Mehlich-1 nas amostras de solo, após o primeiro cultivo com soja (9), foram correlacionados com as quantidades de P aplicadas (Quadro 4). Para as amostras dos solos estudados, a estimativa da necessidade de fertilizante que deve ser recomendada para que seja atingido o nível crítico é obtida pela divisão da diferença entre o nível crítico e o teor de P «disponível» do solo pela declividade da equação que expressa a relação ΔP recuperado/ ΔP aplicado (Quadro 4).

Essa metodologia já havia sido usada por FREIRE *et alii* (6), BAHIA FILHO (2) e NEVES (10), a partir dos teores de argila, goethita e «P concentração de equilíbrio — 30», respectivamente. O parâmetro «P concentração de equilíbrio — 30», ou «P remanescente», como denominado neste trabalho, segundo NEVES (10), refere-se à concentração de P em solução, em ppm, após agitação de 30 ppm de P, na relação solo: solução de 1:10, por 1 hora, com as amostras de solo. As declividades das equações que expressam as relações ΔP recuperado/ ΔP aplicado (Quadro 4) dependem também, segundo NOVAIS e KAMPRATH (11), do fator capacidade. Assim, correlações significativas foram obtidas entre essas declividades e características do solo que mostraram relação com os níveis críticos de P (Quadro 5). Novamente, não se obteve correlação significativa com o teor de argila. A metodologia discutida permite calcular quantidades de P a serem recomendadas, que variam de maneira contínua conforme os parâmetros relativos ao fator capacidade.

Utilizou-se o estiolosantes como planta-teste por ser pouco exigente em fósforo, sendo assim adequado para o plantio nos solos já empobrecidos em P após cultivos sucessivos com soja (9), eucalipto (10) e arroz (dados não publicados).

Diante das correlações altamente significativas entre P remanescente e níveis críticos, pelo Mehlich-1 (Quadro 3), bem como dessa medida do fator capacidade desse elemento no solo e das declividades ΔP recuperado/ ΔP aplicado (Quadro 5), elaborou-se uma tabela de recomendação de adubação fosfatada, a partir do teor de P de uma amostra de solo obtido pelo Mehlich-1 e do valor de P remanescente dessa amostra (Quadro 6). A escolha de P remanescente foi baseada na alta correlação apresentada com essas características do solo, como também por ser uma determinação simples em laboratório. Assim, as quantidades de P recomendadas são estimadas a partir das informações sobre o P extraível pelo Mehlich-1 de certa amostra analisada e do P remanescente dessa mesma amostra, o que permite, inicialmente, estimar seu nível crítico, bem como a quantidade de P a ser aplicada para elevar o teor analisado ao nível crítico estimado. Evidentemente, a quantidade de P recomendada refere-se à sua aplicação numa forma solúvel, como a

QUADRO 2 - Equações de regressão de produção de matéria seca da parte aérea, em gramas, como variável dependente de P no solo, pelo extrator Mehlich-1, em ppm, e níveis críticos de P para a obtenção de 100% e 90% da produção máxima estimada de matéria seca da parte aérea do estilósantes.

Identificação	Solo	Equações ^{1/}	R ²	Níveis críticos	
				100% de produção de produção máxima	90% de produção de produção máxima
				ppm	
SJ-1	LV	$Y = - 3,264 + 3,4424 P - 0,32596 P^2 + 0,007321 P^3$	0,981**	-	-
SJ-2	LV	$Y = - 0,651 + 0,6357 P - 0,02570 P^2$	0,959**	12,4	8,8
SJ-3	LV	$Y = - 0,314 + 0,4384 P - 0,01208 P^2$	0,912**	18,2	12,6
SJ-4	LRd	$Y = - 2,297 + 3,3580 P - 0,32310 P^2$	0,913**	5,2	3,8
SJ-5	LVa	$Y = - 1,551 + 2,7857 P - 0,21367 P^2$	0,897**	6,5	4,6
SJ-6	LEa	$Y = - 0,993 + 1,0374 P - 0,06244 P^2$	0,742*	8,3	6,0
SJ-7	LEa	$Y = - 0,773 + 0,6412 P - 0,04728 P^2 + 0,00078 P^3$	0,803**	-	-
SJ-8	LEa	$Y = - 0,351 + 0,2520 P$	0,919**	-	-
SJ-9	LEa	$Y = - 0,940 + 1,1318 P - 0,06384 P^2$	0,964**	8,9	6,3
SJ-10	LV	$Y = - 0,585 + 0,9704 P - 0,06945 P^2$	0,798**	7,0	5,0

^{1/} Todos os coeficientes de regressão foram significativos a 5%. * Significativo a 5%. ** Significativo a 1%.

QUADRO 3 - Equações lineares de níveis críticos de P (NC) para obtenção de 90% da produção máxima de matéria seca da parte aérea do estiloso e parâmetros que refletem o fator capacidade de P do solo

Identificação	Equações	r ²
Cap. máxima adsorção P (mg/g)	NC = 18,89 - 14,847 CMAP	0,922**
PBC ^{1/}	NC = 18,09 - 0,0272 PBC	0,799**
Cap. campo (%)	NC = 16,18 - 0,373 CC	0,691*
Eq. umidade (%)	NC = 15,19 - 0,398 EU	0,748*
Água retida a -1/3bar (%)	NC = 14,02 - 0,343 A _{-1/3}	0,686*
Água retida a -15/bars (%)	NC = 12,84 - 0,391 A ₋₁₅	0,690*
P remanescente (ppm)	NC = 4,17 + 0,657 PR	0,873**
Argila (%)	NC = 10,22 + 0,0892 AR	0,323 NS

^{1/} Moles de P.10⁻⁸/g solo/unidade de potencial de fosfato. *Significativo a 5%. ** Significativo a 1%. NS - Não-significativo.

QUADRO 4 - Equações lineares dos aumentos do teor de P (ppm), pelo extrator Mehlich-1, com a aplicação de P (kg/ha) no solo

Identificação	Solo	Equação	r^2
SJ-1	LV	$\hat{Y} = - 0,25 + 0,0865 P$	0,971**
SJ-2	LV	$\hat{Y} = + 0,06 + 0,0411 P$	0,982**
SJ-3	LV	$\hat{Y} = - 0,41 + 0,0598 P$	0,986**
SJ-4	LRd	$\hat{Y} = + 0,16 + 0,0290 P$	0,982**
SJ-5	LVa	$\hat{Y} = + 0,41 + 0,0234 P$	0,989**
SJ-6	LEa	$\hat{Y} = + 0,40 + 0,0452 P$	0,997**
SJ-7	LEa	$\hat{Y} = - 0,04 + 0,0984 P$	0,996**
SJ-8	LEa	$\hat{Y} = + 0,58 + 0,0321 P$	0,998**
SJ-9	LEa	$\hat{Y} = + 0,26 + 0,0425 P$	0,994**

QUADRO 5 - Equações lineares das declividades (D) das equações lineares de recuperação pelo extrator Mehlich-1 e P aplicado e parâmetros que refletem o fator capacidade

Característica	Equações	r ²
Cap. máx. adsorção P(mg/g)	D = 0,102 - 0,075104 CMAP	0,832**
PBC ^{1/}	D = 0,100 - 0,000145 PBC	0,784**
Cap. campo (%)	D = 0,091 - 0,001898 CC	0,450**
Eq. umidade (%)	D = 0,086 - 0,002045 EU	0,562*
Água retida a -1/3bar (%)	D = 0,080 - 0,001774 A-1/3	0,522*
Água retida a -15bars (%)	D = 0,075 - 0,002034 A-15	0,521*
P remanescente (ppm)	D = 0,028 + 0,003108 PR	0,894**
Argila (%)	D = 0,063 - 0,000498 Ar	0,246 NS

^{1/} Moles de P.10⁻⁸/g solo/unidade de potencial de fosfato. *Significativo a 5%.

** Significativo a 1%. NS - Não-significativo

QUADRO 6 - Quantidades de fósforo de uma fonte solúvel, aplicadas a lanço e incorporadas, para obtenção de 90% da produção máxima de matéria seca da parte aérea dos estiloides, considerando o P remanescente e o teor de fósforo, pelo extrator Mehlich-1, de uma amostra de solo.

Níveis críticos esperados (Mehlich-1)	p ₁ / Remanescente	Análise do solo											
		ppm de P											
		0	1	2	4	6	8	10	12	14	16		
		Kg/ha e P											
—ppm—	—ppm—	15,7	17,5	191	178	166	142	118	93	69	45	21	-
14,0	15,0	188	174	161	134	107	80	54	27	-	-	-	-
12,4	12,5	185	171	156	126	96	66	36	6	-	-	-	-
10,7	10,0	181	164	147	113	80	46	12	-	-	-	-	-
9,1	7,5	177	158	138	99	60	21	-	-	-	-	-	-
7,5	5,0	172	149	126	80	34	-	-	-	-	-	-	-
6,1	3,0	163	137	110	56	3	-	-	-	-	-	-	-
5,5	2,0	161	132	102	44	-	-	-	-	-	-	-	-
4,8	1,0	154	122	90	26	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	0,5	152	118	85	17	-	-	-	-	-	-	-	-

1/ Fósforo remanescente de uma solução de 30 ppm de P em CaCl₂ 0,01 M, após uma hora de agitação com uma amostra de solo (relação solo: solução de 1:10)

utilizada neste trabalho, e na incorporação em toda a massa arável do solo, como numa fosfatagem corretiva.

O P remanescente mostrou-se também adequado, como demonstraram ALVAREZ V. *et alii* (1), estudando níveis críticos de enxofre em solos de cerrado, para o crescimento de mudas de eucalipto, como determinação auxiliar na elaboração de tabelas de recomendação de S. Tabelas semelhantes para P foram elaboradas por FREIRE *et alii* (6), MUNIZ (9) e NEVES (10), utilizando como parâmetros do fator capacidade o teor de argila e o próprio P remanescente.

É interessante verificar que os níveis críticos de P no solo, pelo Mehlich-1, estimados a partir do P remanescente, são, para o estilosantes (Quadro 6), bem menores que os obtidos para a soja (9) e para o eucalipto (10).

Essa variação entre níveis críticos para diferentes plantas cultivadas no mesmo substrato, utilizando a mesma metodologia, sugere a inadequabilidade de tabelas de críticos que não considerem variações entre culturas, embora variem entre solos (textura) e extratores.

4. RESUMO

Estudou-se, em casa de vegetação, o efeito de níveis de fósforo na produção de matéria seca do estilosantes, cv. 'IRI 1022', em amostras de dez latossolos do Estado de Minas Gerais, com ampla variação textural. As amostras de solo receberam, previamente, doses equivalentes a 0, 30, 90, 270 e 540 kg/ha de P, na forma de $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, tendo sido, primeiramente, cultivadas com soja, eucalipto e arroz. Antes do plantio do estilosantes, determinaram-se os teores de P, pelo extrator Mehlich-1, nos diversos tratamentos.

Equações de regressão foram ajustadas entre os dados de produção de matéria seca da parte aérea e os teores de P nas amostras de solo. Determinaram-se, assim, os níveis críticos de P nas diversas amostras de solo, os quais variaram de 5,2 a 18,2 ppm de P. Considerando 90% da produção máxima de matéria seca da parte aérea, esses níveis variaram de 3,8 a 12,6 ppm. Observaram-se correlações significativas entre os níveis críticos e parâmetros que refletem o fator capacidade de P, como capacidade máxima de adsorção de P, PBC («phosphate buffering capacity»), capacidade de campo, equivalente de umidade, água retida a $-1/3$ bar e água retida a -15 bars. A correlação entre os níveis críticos e os teores de argila não foi significativa, provavelmente pela variação em qualidade dos constituintes dessa fração. Correlação altamente significativa foi obtida entre os níveis críticos e os teores de P remanescente de uma solução de 30 ppm de P em CaCl_2 0,01M, após uma hora de agitação com as amostras de solo (relação solo: solução de 1:10). As declividades das retas que relacionam o P recuperado pelo extrator Mehlich-1 e o P aplicado também se correlacionaram significativamente com os parâmetros do fator capacidade, que se mostraram associados aos níveis críticos. A partir dessas informações, sugerem-se recomendações de adubação fosfatada.

5. SUMMARY

CRITICAL LEVELS OF PHOSPHORUS FOR THE GROWTH OF *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. AS FUNCTION OF THE SOIL P CAPACITY FACTOR)

An experiment was conducted in the greenhouse to study the effect of levels of P on the growth of *stylosantes* cv. 'IRI 1022' cultivated on ten Latosol samples with large textural variation. Previously, the soil samples received 0, 30, 90, 270 and 540 kg/ha of P as $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, and were planted to soybean, eucalyptus and rice. Before the *stylosantes* cultivation, the extractable soil P by Mehlich-1 was determined. The shoot dry matter yields were adjusted as a dependent varia-

ble of the Mehlich-1 extractable P of each soil sample. From these regression equations, the P critical level for each soil sample was determined. Considering 90% of the maximum yield of the shoot dry weights, the critical levels varied from 3.8 to 12.6 ppm of P. Highly significant correlation between the critical levels and soil P capacity factor parameters was observed. However, the correlation with clay content was not significant probably due to the quality variation of this fraction. Highly significant correlation was obtained between the critical levels and P concentration in solution after shaking a solution containing 30 ppm in 0.01M CaCl_2 for 1 hour with the soil samples (soil: solution ratio of 1:10). The slopes of linear equations, which define the ratio between the extractable P by Mehlich-1 and the amount of P applied, correlated with those parameters which also presented significant correlation with the critical levels. A phosphorus fertilizer recommendation is proposed.

6. LITERATURA CITADA

1. ALVAREZ, V., V.H.; NOVAIS, R.F.; NEVES, J.C.L. & BARROS, N.F. de. Níveis críticos de enxofre em solos de cerrado para o crescimento de mudas de eucalipto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 19. Curitiba, 1983. Resumos, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p. 45-46.
2. BAHIA FILHO, A.F.C. *Índices de disponibilidade de fósforo em latossolos do Planalto Central com diferentes características texturais e mineralógicas*. Universidade Federal de Viçosa. 1982. 178 p. (Tese D.S.).
3. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 3.ª Aproximação*. Belo Horizonte, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 1978. 80p.
4. FERNANDES, B. *Retenção e movimento de água no solo*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1967. 48 p. (Tese M.S.).
5. FONSECA, R.; DIAS, A.C.; PINTO, A.; PIRES, E.; MIRANDA, E.; CABALA, P. & SANTANA, C. Correlações dos teores de fósforo nos solos com resposta de microparcelas de milho na zona cacauieira da Bahia. *Pes. Agropec. Bras.*, 3:235-242, 1968.
6. FREIRE, F.M.; NOVAIS, R.F.; BRAGA, J.M.; FRANÇA, G.E.; SANTOS, H.L. & SANTOS, P.R.R.S. Adubação fosfatada para cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) baseada no fósforo «disponível» em diferentes extratores químicos e no «fator capacidade». *R. Bras. Ci. Solo*, 3:105-111, 1979.
7. GRIMM, S.S. & FOLE, D.S. Calibração de métodos químicos para fósforo em função da máxima eficiência econômica. *Agron. Sulriograndense*, 8:195-206, 1972.
8. MARTENS, D.C; LUTZ, J.A. & JONES, G.A. Form and availability of P in selected Virginia soils as related to available P tests. *Agron. J.*, 61:616-621. 1969.
9. MUNIZ, A.S. *Disponibilidade de fósforo avaliada por extratores químicos e pelo crescimento de soja (*Glycine max* (L.)) em amostras de solos com diferentes valores do fator capacidade*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 79p. (Tese M.S.).

10. NEVES, J.C.L. *Aspectos nutricionais em mudas de Eucalyptus spp. Tolerância ao alumínio e níveis críticos de fósforo no solo*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1983. 87 p. (Tese M.S.).
11. NOVAIS, R.F. & KAMPRATH, E.J. Fósforo recuperado em três extratores químicos com função do fósforo aplicado no solo e do «fator capacidade». *R. Bras. Ci. Solo*, 3:41-46, 1979.
12. VAN RAIJ, B. & MASCARENHAS, H.A.A. Calibração de potássio e fósforo em solo para soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15. Campinas, 1975. Anais, Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p. 309-315.
13. VERDADE, F.C.; VENTURINI, W.R. AMARAL, A.Z. & WUTKE, A.C.P. Níveis de fertilidade do solo para a cultura do algodoeiro. II. Correlação entre a produção e o teor de fósforo no solo. *Bragantia*, 25:41-44, 1966.
14. VETORI, L. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico n.º 7).
15. VIDOR, C. & FREIRE, J.R.J. Calibração de análises de solo para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Agron. Sulriograndense*, 7:63-72, 1971.
16. WAUGH, D.L. & FITTS, J.M. *Soil test interpretation studies: laboratory and potted plant*. Raleigh, North Carolina State University, 1966. 33p. (Technical Bulletin, 3).